

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Es Krim

Es krim adalah jenis produk pangan semi padat yang dibuat dengan cara pembekuan dari adonan es krim yang berasal dari campuran susu, lemak hewani atau nabati, gula dengan atau tanpa bahan makanan lain dan bahan tambahan pada makanan yang diizinkan (Badan Standarisasi Nasional, 1995). Es krim merupakan suatu hasil olahan pangan yang berasal dari susu yang dibekukan dengan dilakukan pengkombinasian dengan pemberian rasa dan pemanis serta bahan-bahan secara merata. Campuran bahan-bahan tersebut akan membentuk suatu sistem emulsi beku sehingga mutu es krim yang dihasilkan sangat dipengaruhi cara pengolahan dan bahan baku termasuk *stabilizer* yang digunakan (Sinurat dkk., 2006).

Proses pembuatan es krim meliputi tahap formulasi (persiapan bahan yang digunakan untuk mendapatkan formula yang tepat), pencampuran bahan yang digunakan, tahap pasteurisasi, tahap homogenisasi, tahap *aging* (penuaan), pembekuan adonan es krim dan pengerasan (Arbuckle, 1986). Prinsip yang digunakan pada pembuatan es krim dengan terbentuknya suatu rongga udara pada bahan hasil pencampuran yang digunakan sehingga akan mengembang volume es krim tersebut dan es krim yang dihasilkan dapat menjadi lebih ringan, agak padat (semisolid), dan tekstur yang lembut (Padaga dan Sawitri, 2005). Es krim biasanya mengandung penstabil sebanyak kurang lebih 0,2-0,3 %, *emulsifier* sebesar kurang dari 0,1 %, sukrosa 10-15 % dan adanya sedikit cita rasa serta pewarna alami. Es krim yang mempunyai kandungan lemak sebesar 12 %,

protein 4,1 % dan karbohidrat 20,7 % memiliki kandungan energi 196,7 kal/100g dalam penyajiannya (Arbuckle, 1986). Syarat Mutu pada Es krim dapat disesuaikan dengan SNI No.01-3713-1995 yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Es Krim berdasarkan SNI No. 01-3713-1995

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	1. Keadaan 1.1 Penampakan 1.2 Bau 1.3 Rasa		Normal Normal Normal
2.	Lemak	% b/b	Min 5,0
3.	Gula dihitung sebagai sukrosa	% b/b	Min 8,0
4.	Protein (N x 6,25)	% b/b	Min. 2,7
5.	Jumlah padatan	% b/b	Min 3,4
6.	Overrun:	Skala industri 70 % - 80 % Skala rumah tangga : 30 % - 50 %	
7.	6.1 Angka lempeng total 6.2 Coliform 6.3 Salmonella	Koloni/g APM /g koloni/g	Maks. $2,0 \times 10^5$ <3 Negatif

(Badan Standarisasi Nasional,1995)

Proses pembuatan pada es krim dibutuhkan beberapa bahan utama seperti lemak susu, pemanis, penstabil, bahan kering tanpa lemak dan adanya pengemulsi. Sumber lemak yang paling baik untuk mendapatkan es krim dengan kualitas yang baik berasal dari lemak susu. Pada produk es krim dengan pemberian penguat cita rasa yang ditambahkan ke produk pangan akan meningkatkan aroma dan rasa yang ditimbulkan (Harris, 2011).

Bahan pengental yang biasa digunakan pada bahan pangan seperti HPMC (hidroksi propil metil selulosa), asam alginat, CMC, dan yang lainnya harus dibatasi penggunaannya. Penggunaan dalam jangka panjang jika tidak sesuai dosis yang diijinkan emulsifier dapat menyebabkan berbagai macam penyakit kanker atau kerusakan ginjal serta seperti obat pencabar (Hartatie, 2011). Penggunaan CMC dapat digantikan oleh tepung maizena (pati jagung) yang digunakan berasal

dari biji jagung yang diolah menjadi tepung. Pada industri pangan digunakan tepung maizena sebagai agen pengental dalam jenis makanan penutup. Sebagian lemak dapat digantikan untuk pengurangan kalori dengan penggunaan tepung pati jagung yang termodifikasi, dapat memberikan tekstur yang baik dan rasa yang disukai. Pati jagung banyak digunakan untuk mengentalkan, menstabilkan dan membentuk gel (Somantri dkk., 2005). Es krim dengan kualitas yang baik harus memenuhi persyaratan komposisi umum dari *Ice Cream Mix* (ICM) atau campuran es krim (Harris, 2011) pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Umum Es Krim

No	Komposisi	Jumlah (%)
1.	Lemak dari susu	10-16 %
2.	Padatan terlarut	9-12 %
3.	Gula	12-16 %
4.	Bahan penstabil	0-0,4 %
5.	<i>Emulsifier</i>	0-0,25 %
6.	Kandungan air	55-64 %

(Harris, 2011)

Pada mekanisme pembuatan es krim digunakan alat bantu dalam pembentukan tekstur yaitu *ice cream maker* yang punya gaya sentrifugal dalam proses pembekuan es krim. Gaya sentrifugal pada *ice cream maker* akan mempercepat es krim akan menempel pada dinding alat yang telah mengalami pendinginan. Tahap pengadukan pada *ice cream maker* akan membuat adonan yang mulanya cair menjadi beku serta udara yang masuk pada alat menyebabkan es krim akan mengembang (Desrosier dan Tressler, 1977).

Kualitas es krim akan dipengaruhi oleh umur simpannya, diketahui bahwa umur simpan pada es krim yang diberi kacang merah memiliki umur simpan di freezer dalam wadah tertutup selama 15 hari (Uswatun, 2011). Pada ekstrak biji

kacang merah memiliki beberapa senyawa yang bersifat antioksidan seperti adanya flavonoid, tanin, saponin, kumarin dan triterpenoid yang memiliki besar penghambatan radikal bebas sebesar 42,89% (Djamil dan Anelia, 2009).

B. Pewarna pada Pangan

Salah satu aspek yang penting dalam hal penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan adalah warna. Warna pada bahan pangan dapat dijadikan sebuah ukuran terhadap mutu produk. Selain itu, warna juga dapat dijadikan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Apabila suatu produk pangan memiliki nilai gizi yang baik dengan cita rasa dan tekstur yang sangat baik tetapi memiliki warna yang tidak baik dipandang dapat memberikan kesan bahwa produk pangan tersebut telah menyimpang (Winarno, 1992). Pewarna pangan atau makanan berupa zat yang digunakan untuk memberikan atau meningkatkan warna pada suatu produk pangan, sehingga menciptakan *image* tertentu dan membuat produk menjadi lebih menarik. Pewarna yang digunakan pada makanan merupakan suatu bahan tambahan yang diberikan pada makanan agar dapat memperbaiki penampilan pada makanan (*International Food Information Council Foundation*, 1994).

Pewarna pada makanan yang digunakan dapat menjadikan perubahan yang lebih menarik akibat proses pengolahan pada makanan dengan menghasilkan pucat atau kurang menarik (Winarno, 2002). Pewarna pada makanan terdapat dua jenis (alami dan sintetik) berdasarkan sumbernya yang digunakan sebagai bahan tambahan pangan (Cahyadi, 2009). Berbagai prosedur pengujian (sertifikasi) banyak dilakukan untuk memastikan zat pewarna sintetis yang banyak digunakan

sebagai pemberi warna pada makanan aman untuk konsumsi. Terdapat beberapa zat pewarna yang aman dan diijinkan untuk digunakan yaitu *permitted color* atau *certified color* (Winarno, 2002). Zat yang digunakan sebagai warna yang diijinkan dan dilarang untuk makanan di Indonesia diatur melalui Surat Keputusan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia mengenai bahan tambahan pangan berdasarkan Nomor 722/ Menkes/ Per/ IX/ 88.

Penggunaan bahan pewarna sintetis pada makanan walaupun meskipun memiliki dampak yang baik bagi produsen dan konsumen, seperti penampakan makanan menjadi lebih baik, warna pada makanan menjadi lebih rata, dan mampu mengembalikan warna dari bahan dasar yang hilang atau berubah akibat terjadinya pengolahan dilakukan, tetapi dapat menimbulkan dampak tidak baik bagi tubuh seperti kanker kulit, kanker mulut, kerusakan otak (Winarno dan Sulistyowati, 1994). Hal ini diakibatkan banyaknya masyarakat yang melakukan penyalahgunaan penggunaan zat pewarna pada berbagai jenis makanan, contohnya penggunaan zat pewarna tekstil dan kulit pada bahan makanan.

Adanya penyimpangan penggunaan zat pewarna karena tidak ada penjelasan pada label yang melarang penggunaan senyawa tersebut untuk diaplikasikan pada bahan pangan dan dimungkinkan zat pewarna untuk makanan jauh lebih mahal dari zat pewarna non-pangan. Penyalahgunaan zat pewarna yang berbahaya bagi kesehatan karena terdapat kandungan residu logam. Pewarna sintetis dibuat dengan proses kimia secara bertahap sehingga hasilnya menjadi lebih stabil (Winarno, 2002).

C. Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L)

Bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) ialah suatu tanaman tahunan yang merambat dengan memiliki batang bulat, daunnya berupa daun majemuk dengan jumlah anak daun 3-5 buah. Bunga telang ialah bunga majemuk terbentuk pada ketiak daun dengan tangkai silinder yang mempunyai panjang sebesar $\pm 1,5$ cm, pada kelopak bunga yang dimilikinya berbentuk corong dengan mahkota yang berbentuk kupu-kupu dan mempunyai warna biru (Hartono dkk., 2013). Bunga telang tahan terhadap kekeringan dengan memiliki curah hujan 500-900 mm, dan mampu berkompetisi lebih baik terhadap gulma (Mannetje dan Jones, 1992). Kedudukan taksonomi dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) (Hartono, 2013) pada Tabel 3

Tabel 3. Taksonomi Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.)

Kerajaan	Plantae
Sub kerajaan	Tracheobionta
Super Divisi	Spermatophyta
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida
Subkelas	Rosidae
Bangsa	Fabales
Keluarga	Fabaceae
Genus	<i>Clitoria</i>
Species	<i>Clitoria ternatea</i> L.

(Hartono, 2013)

Tanaman bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) merupakan suatu jenis tanaman polong-polongan yang termasuk dalam famili Fabaceae dengan mengandung senyawa bioaktif yang berguna pada berbagai pengobatan. Bunga telang biasanya digunakan sebagai tanaman pakan dan penutup tanah agar terpaan air hujan tidak langsung mengenai tanah sehingga mampu mengurangi erosi tanah (Gambar 1). Manfaat lain bunga telang dapat digunakan sebagai tanaman obat karena terdapat

kandungan senyawa kimia di dalamnya seperti flavonoid, saponin, alkaloid, Ca-oksalat, dan sulfur. Bunga telang digunakan dalam pengobatan mata, penggunaan rebusan akar bunga telang untuk penghilangan dahak pada penyakit bronkitis kronis, dapat menurunkan demam dan iritasi kandung kemih serta saluran kencing. Pada penggunaan daun bunga telang dapat mempercepat pematangan bisul karena mengandung kaempferol 3-glukosida dan triterpenoid yang dapat mempercepat pematangan bisul (Suarna, 2005). Kandungan proksimat pada bunga telang (*Clitoria ternate* L.) (Neda dkk., 2013) dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Proksimat pada Bunga Telang (*Clitoria ternate* L.)

Kadar Air	$92.4 \pm 0.1 \%$
Kadar Abu	$0.45 \pm 0.15 \%$
Kadar Lemak	$2.5 \pm 0.1 \%$
Kadar Protein	$0.32 \pm 0.03 \%$
Serat Kasar	$2.1 \pm 0.2 \%$
Karbohidrat	$2.23 \pm 0.3 \%$
Kalsium	$3.0953 \pm 0.09 \%$

(Neda dkk., 2013)



Gambar 1. Bunga Telang
(Rashid, 2012)

D. Antioksidan dan Radikal Bebas

Antioksidan secara kimia merupakan suatu senyawa sebagai pemberi elektron atau elektron donor. Antioksidan memiliki pengertian secara biologis

adalah senyawa yang dapat berfungsi sebagai penangkal atau peredam dampak negatif oksidan. Antioksidan bekerja dengan cara satu elektronnya akan didonorkan ke senyawa yang mempunyai sifat oksidan agar aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat (Winarti, 2010). Antioksidan merupakan suatu komponen kimia atau senyawa dengan jumlah atau kadar tertentu dapat menghambat atau memperlambat kerusakan yang diakibatkan adanya proses oksidasi (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Antioksidan memiliki fungsi utama dalam usahanya untuk memperkecil proses oksidasi baik pada makanan ataupun pada tubuh. Selain itu, antioksidan juga memiliki khasiat dalam mempertahankan kekebalan tubuh, pengaturan dalam tekanan darah, menurunkan kadar kolesterol dan mengatur kandungan kadar gula didalam tubuh serta senyawa antioksidan dapat dimanfaatkan sebagai suatu inhibitor dalam menghambat autooksidasi. Pada produk pangan antioksidan penting dalam mempertahankan mutu dan dari sisi kesehatan. Kemampuan antioksidan dalam menghambat reaksi oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas serta molekul yang sangat reaktif sehingga kerusakan sel dapat dicegah oleh antioksidan. Adanya senyawa fenolik yang memiliki efek biologis seperti aktivitas antioksidan dengan melalui adanya mekanisme dalam mereduksi, menangkap radikal bebas, pengkelat logam, meredam terbentuknya oksigen singlet dan pendonor elektron (Karadeniz dkk., 2005).

Antioksidan memiliki dua pengelompokan yaitu, antioksidan enzimatis dan antioksidan non enzimatis. Enzim *Glutation Peroksidase*, *Superoksida Dismutase* (SOD), dan *katalase* merupakan contoh dari antioksidan enzim. Pada enzim non

enzimatis terdapat dua kelompok yaitu, antioksidan larut lemak (flavonoid, karotenoid, tokoferol, bilirubin, dan quinon) dan antioksidan tidak larut air (protein engikat logam dan asam askorbat) (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Antioksidan enzimatis merupakan antioksidan endogenus yang mencegah adanya kerusakan yang bersifat oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas oksigen seperti radikal hidroksil (OH^*), anion superoksida (O_2^{*-}), dan hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan melindungi jaringan. Antioksidan enzimatis memiliki fungsi dalam sistem pertahanan dari stress oksidatif yang menyerang. Metaloenzim merupakan berbagai enzim tersebut yang aktivitasnya sangat bergantung adanya ion logam. *Superoksida Dismutase* (SOD) pada aktivitasnya akan tergantung adanya unsur Zn; Cu; dan Mn, sedangkan *Glutation Peroksidase* tergantung adanya selenium dan katalase pada Fe (besi). Potensi *katalase* dan *Glutation Peroksidase* (GPx) menunjukkan adanya perubahan H_2O_2 menjadi H_2O , sedangkan *Superoksida Dismutase* (SOD) akan mengkatalisis reaksi dismutasi radikal anion superoksida. *Katalase* merupakan enzim yang mengkatalisis reaksi dekomposisi hidrogen peroksida menjadi oksigen dan H_2O . Peranan *katalase* sebagai "peroksidase khusus", dengan mengoksidasi satu molekul hidrogen peroksida menjadi oksigen dan secara simultan akan mereduksi molekul hidrogen peroksida kedua menjadi air.

Penggolongan antioksidan berdasarkan fungsi dan mekanisme kerja dibagi menjadi 3 yaitu, antioksidan primer, antioksidan sekunder, dan antioksidan tersier. Antioksidan primer merupakan antioksidan yang memiliki sifat dalam memutus reaksi berantai (*chain-breaking antioxidant*) sehingga mampu bereaksi dengan

radikal-radikal lipid dan mengubahnya menjadi beberapa produk yang lebih stabil. Antioksidan primer memiliki contoh *Superoksida Dismutase* (SOD), *Glutation Peroksidase* (GPx), *katalase*, dan protein pengikat logam (Putra, 2008 dan DepKes, 2008).

Antioksidan sekunder bekerja dengan cara mengkelat logam yang bertindak sebagai pro-oksidan, menangkap radikal, dan mencegah terjadi adanya reaksi berantai. Antioksidan sekunder berperan dalam mengikat ion-ion logam, menangkap oksigen, mengurai hidropersoksida menjadi senyawa yang non radikal, menyerap radiasi UV/ deaktivasi singlet oksigen. Antioksidan tersier dapat bekerja dengan cara akan memperbaiki kerusakan pada biomolekul yang disebabkan oleh radikal bebas. Antioksidan tersier memiliki contoh yang merupakan beberapa enzim yang dapat memperbaiki DNA dan *Metionin Sulfida Reduktase* (Putra, 2008 dan DepKes, 2008).

Berdasarkan sumbernya antioksidan akan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu antioksidan sintetis yang diperoleh dari hasil sintesis kimia dan antioksidan alami yang didapat dari mengekstraksi bahan alami. Terdapat beberapa antioksidan sintetis yang diproduksi dengan tujuan komersial yang penggunaannya diizinkan secara bebas di dunia yang dapat digunakan pada makanan, contohnya *Butylated Hidroxytoluene* (BHT), *Tert-Butylated Hidroxyquinon* (TBHQ), tokoferol, dan *Butylated Hidroxyanisol* (BHA) (Buck 1991).

Antioksidan pada tubuh memiliki mekanisme tertentu dalam aktivitasnya. Salah satu indikasi terjadi aktivitas oksidasi yaitu dengan tingginya kadar *Malondialdehid* (MDA) yang merupakan marker radikal bebas pada tubuh yang

berada dalam plasma. *Malondialdehid* (MDA) yang terbentuk dari peroksidasi lipid (*lipid peroxidation*) pada membran sel. Reaksi berantai yang terjadi antara radikal bebas (radikal hidroksi) dengan *Poly Unsaturated Fatty Acid* (PUFA) yang memiliki hasil akhir hidrogen peroksida. Hasil akhir tersebut akan menyebabkan dekomposisi pada beberapa aldehyd utama yang terbentuk (Edyson, 2003).

Mekanisme antioksidan dalam penghambatan oksidasi dan penghentian reaksi yang berantai pada radikal bebas dari lemak teroksidasi, dapat disebabkan oleh beberapa mekanisme reaksi seperti pelepasan hidrogen dari antioksidan, pelepasan elektron dari antioksidan, adisi asam lemak ke cincin aromatik pada antioksidan, pembentuk senyawa kompleks antara lemak dan cincin. Antioksidan primer memiliki mekanisme kerja dengan mencegah terbentuknya radikal bebas yang baru dan mampu mengubah radikal bebas menjadi lebih stabil dan mengurangi kereaktifan dengan melakukan polimerisasi (pemutus ikatan yang berantai) atau *chain breaking antioxidant* (Winarsi, 2007). Antioksidan sekunder memiliki mekanisme kerja dengan adanya pemotongan reaksi oksidasi berantai pada radikal bebas dengan menangkapnya (*free radical scavenger*) sehingga radikal bebas tidak bereaksi terhadap komponen seluler. Antioksidan tersier, enzim- enzim tersebut memiliki fungsi memperbaiki rusaknya biomolekuler akibat aktivitas radikal bebas. DNA yang rusak akibat radikal bebas memiliki ciri single atau double strand yang rusak pada gugus basa dan non-basa (Winarsi, 2007).

Radikal bebas merupakan atom, molekul atau senyawa yang mampu berdiri sendiri dengan elektron yang tidak berpasangan sehingga bersifat sangat reaktif dan tidak stabil. Pada elektron yang tidak memiliki berpasangan akan selalu berusaha mencari pasangan sehingga mudah bereaksi dengan zat lain (protein, lemak ataupun DNA) di dalam tubuh (Winarti, 2010). Tubuh manusia mengandung molekul oksigen yang stabil dalam memelihara sel dan yang tidak stabil disebut radikal bebas. Radikal bebas diperlukan dalam jumlah tertentu baik untuk kesehatan, seperti melawan radang, pengaturan tonus pada otot polos di pembuluh darah dan pembuluh darah serta membunuh bakteri. Radikal bebas yang berlebih akan menyebabkan kerusakan dan sangat berbahaya (Giriwijoyo, 2004).

Radikal bebas akan menyebabkan kerusakan pada sel dengan 3 cara. Pertama, adanya peroksidasi komponen lipid dari membran sel dan sitosol sehingga terjadi kerusakan membran dan organe sel melalui adanya serangkaian reduksi asam lemak (otokatalisis). Kedua, kerusakan DNA yang terjadi dapat mengakibatkan mutase pada DNA dan munculnya kematian sel. Ketiga, protein teroksidasi yang termodifikasi karena terbentuknya cross linking protein melalui mediator sulfidril atas beberapa asam amino labil (metionin, histidine, sistein, dan lisin) (Kumar dkk., 2005 dan Eberhardt, 2001). Radikal bebas akan selalu terbentuk secara terus menerus di dalam tubuh karena adanya proses metabolisme sel normal, kekurangan gizi, proses peradangan, polusi lingkungan, asap rokok dan respon adanya radiasi sinar UV ataupun sinar gamma (Wijaya, 1996).

E. Antioksidan pada Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.)

Senyawa flavonoid terutama antosianin yang terkandung pada bunga telang bertanggung jawab dalam menghasilkan berbagai warna seperti biru, ungu dan merah baik pada sayur, buah, dan berbagai tanaman hias (Dalimartha, 2008). Senyawa flavonoid merupakan suatu kelompok senyawa fenol terbesar yang dapat ditemukan di alam dengan berbagai warna yang menarik seperti zat merah, ungu, biru, dan kuning yang dapat ditemukan pada tumbuhan. Sebagian besar senyawa flavonoid dapat ditemukan pada alam dalam bentuk glikosida (unit flavonoid terikat pada gula). Glikosida adalah sebuah kombinasi suatu gula dan alkohol yang saling berikatan melalui ikatan glikosida (Lenny, 2006).

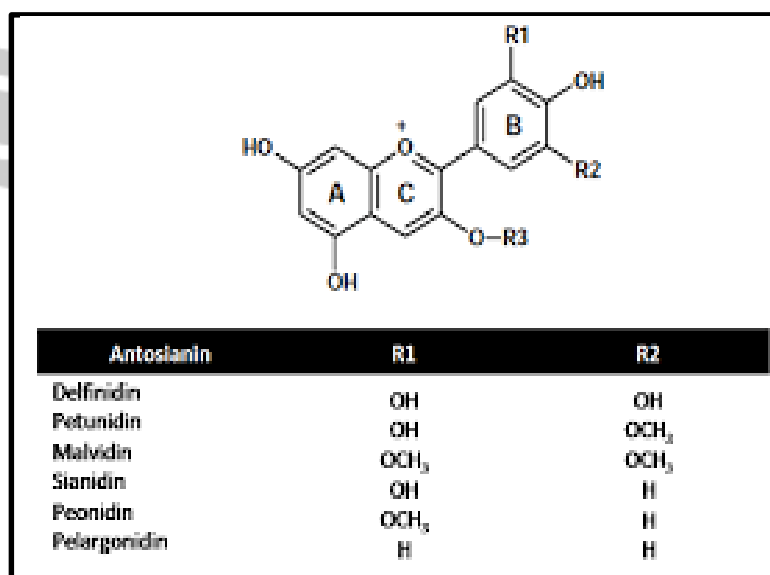
Antosianin adalah glikosida antosinidin yang merupakan garam polihidroksiflavilium (2 – arilbenzoirilium). Glikosida (pada kedudukan 3- atau 3,5-) yang dialami oleh antosianin dari jumlah yang terbatas pada antosianidin (Sastrohamidjojo, 1996). Antosianin merupakan turunan garam flavilium/ benzilflavilium (3,5,7,4' tetrahidroksiflavilium). Pada antosianin memiliki struktur utama yang ditandai dengan 2 cincin aromatic benzena (C_6H_6) yang dihubungkan dengan 3 atom karbon yang membentuk cincin (Jackman dan Smith, 1996).

Antosianin mempunyai sifat yang mudah larut di air dan gugusan glikosida yang terbentuk atau tersusun dari aglikon (antosianidin) yang dapat teresterifikasi dengan satu atau lebih gugus gula (glikon) (Markakis, 1982). Adanya beberapa faktor yang memengaruhi sifat dan warna dari antosianin seperti letak dan jumlah gugus hidroksil, metoksil yang tersubsitusi, jumlah pigmen dan pengaruh

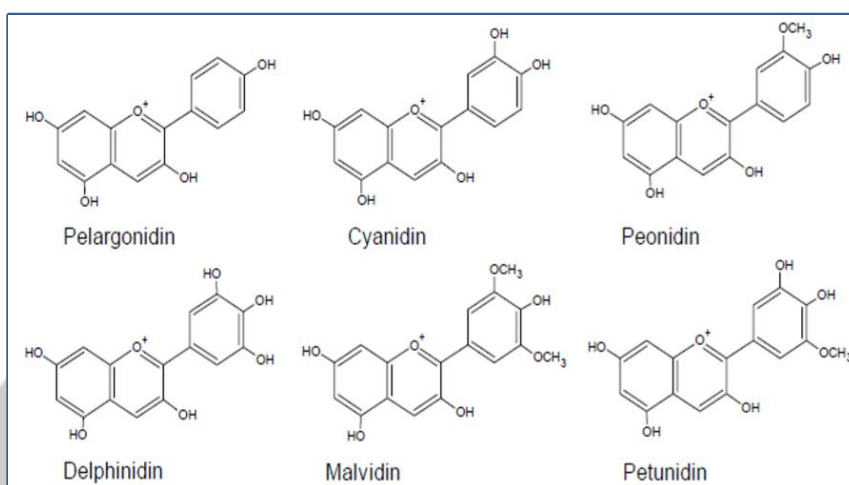
lingkungan. Selain itu, fungsi dari antosianin juga banyak digunakan sebagai senyawa penambah nilai gizi pada makanan (Andersen dan Markham, 2006).

Manfaat antosianin biasa digunakan sebagai senyawa antioksidan (Braunlich dkk., 2013), pencegah gangguan fungsi hati, anti-angiogenik, antihipertensi, antikarsinogenik (Bagchi dkk., 2004), antikanker, antialzheimer (Andersen dan Markham, 2006), dan sebagai indikator pH (Padmaningrum, 2011). Rendaman atau ekstrak maupun perasan dari bunga telang dapat digunakan dalam pewarnaan makanan. Antosianin, selain itu dapat mencegah turunnya daya ingat/ pikun, polip, penuaan, maag, asam urat, dan dapat menurunkan kadar gula darah (antihiperglisemik).

Antosianin biasanya banyak ditemukan dalam enam bentuk antosianidin, yaitu delphinidin, sianidin, malvidin, peonidin, petunidin, dan pelargonidin yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Zat warna utama pada bunga telang adalah antosianin yang berupa delphinidin glikosida.



Gambar 2. Kation Flavilium
(Mazza dan Miniati, 1993)



Gambar 3. Bentuk- bentuk struktur antosianidin
(Brouillard, 1982)

Bunga Telang memiliki antosianin dengan total kandungan yang bervariasi pada setiap tanaman dan berkisar antara 20 mg/100 g sampai 600 mg/100g berat basah. Ternatin merupakan antosianin yang berwarna biru yang ditemukan pada kelopak bunga telang. Besarnya kandungan kimia yang terdapat pada mahkota bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) (Kazuma dkk., 2003) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 4. Kadar Senyawa Aktif Mahkota Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.)

Senyawa	Konsentrasi (mmol/ mg bunga)
Flavonoid	20, 07 ± 0, 55
Antosianin	5, 40 ± 0, 23
Flavonol glikosida	14, 66 ± 0, 33
Kaempferol glikosida	12, 71 ± 0, 46
Quersetin glikosida	1, 92 ± 0, 12
Mirisetin glikosida	0, 04 ± 0, 01

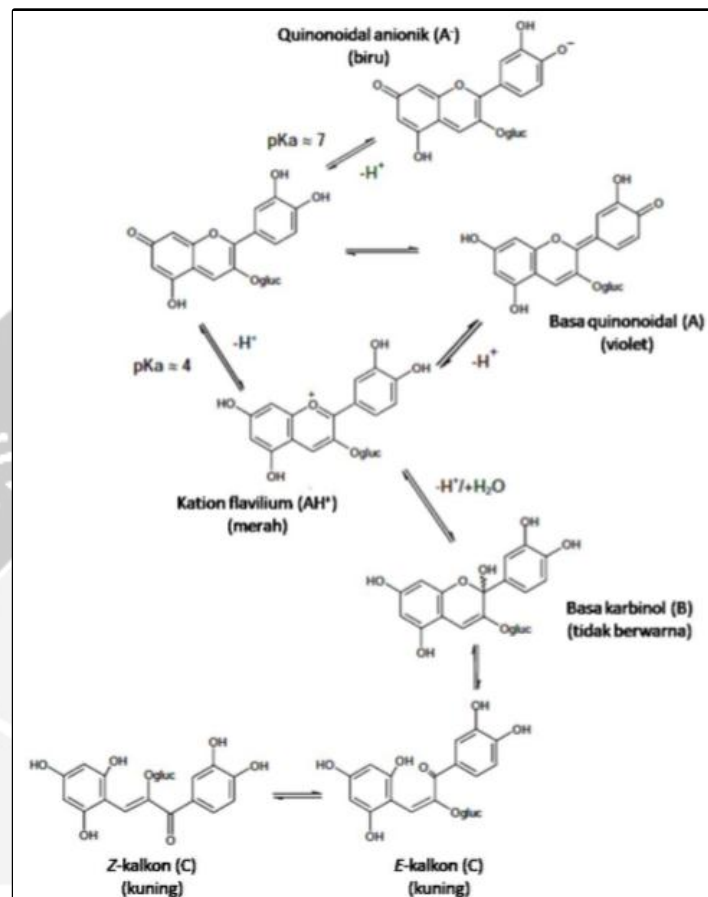
(Kazuma dkk., 2003)

Terjadi mekanisme perubahan bentuk antosianin tersebut, bentuk antosianin yang paling menonjol pada pH yang sangat asam (pH 1-2) adalah kation flavilium dengan kondisi yang paling stabil dan paling berwarna. Saat pH antosianin terjadi peningkatan diatas 4 akan terbentuk senyawa antosianin yang berwarna kuning

dengan bentuk berupa kalkon, senyawa yang berwarna biru dengan bentuk berupa quinoid, atau senyawa yang tidak berwarna (basa karbinol) pada Gambar 4 (Brat dkk., 2008).

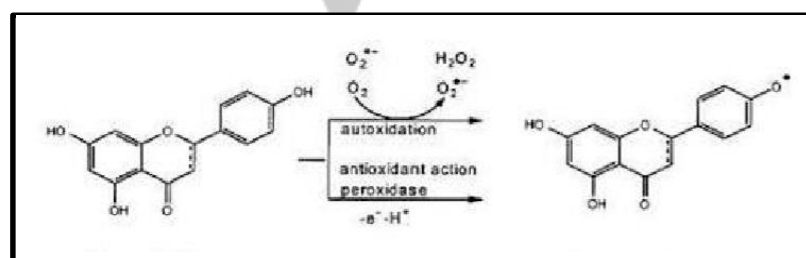
Kestabilan senyawa antosianin dipengaruhi oleh reaksi enzimatik dan non enzimatik. Secara enzimatik, adanya enzim antosianase atau polifenol oksidase menyebabkan senyawa antosianin akan rusak. Selain itu, beberapa faktor yang memengaruhi stabilitas dari senyawa antosianin secara non enzimatik dengan adanya pengaruh pH, cahaya, dan suhu (Elbe & Schwartz 1996).

Adanya substitusi pada beberapa gugus kimia pada antosianin dapat berpengaruh terhadap warna yang diekspresikan dan stabilitasnya dari antosianin tersebut. Penambahan gugus glikosida atau dengan meningkatnya jumlah gugus hidroksi yang bebas pada cincin A dapat membuat warna menjadi cenderung biru dan relatif lebih tidak stabil. Sebaliknya, adanya metilasi atau penambahan jumlah gugus metoksi dapat menyebabkan warna menjadi cenderung merah dan relatif lebih stabil (Jackman, 1996).



Gambar 4. Skema Bentuk Keseimbangan Antosianin
(Sumber : Mateus dan de Freitas, 2009)

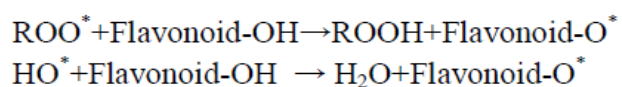
Aktivitas antioksidan antosianin ditentukan oleh jumlah gugus hidroksil bebas yang terdapat pada struktur antosianin. Kapasitas antioksidannya akan semakin besar jika jumlah gugus hidroksilnya semakin banyak. Gugus hidroksil yang berdekatan, contohnya orto hidroksil pada cincin B menunjukkan peningkatan besar terhadap aktivitas antioksidan antosianin. Reaksi donor hidrogen antosianin secara umum dapat dilihat pada Gambar 5 (Awad dan Bradford, 2006).



Gambar 5. Reaksi donor hidrogen pada antosianin
(Sumber : Awad dan Bradford, 2006)

Pengaruh pH akan memengaruhi kestabilan warna antosianin, antosianin akan lebih stabil dalam larutan asam terutama asam kuat dibanding menggunakan larutan alkali atau netral (Markakis, 1982). Pada keadaan yang asam senyawa antosianin akan menjadi berwarna merah-oranye sedangkan dalam keadaan basa menjadi berwarna biru-ungu atau kuning (Eskin 1979). Perubahan warna tersebut terjadi diakibatkan adanya suatu perubahan struktur molekul antosianin dengan pengaruh pH.

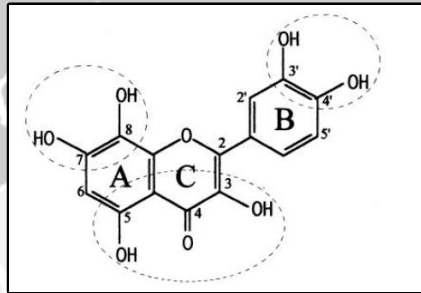
Senyawa flavonoid yang terdapat pada Bunga Telang mempunyai kemampuan sebagai antioksidan dan mencegah terjadinya kerusakan akibat radikal bebas. Flavonoid (Flavonoid -OH) mampu menangkap radikal peroksil (ROO^*) dan radikal hidroksil (OH^*) sehingga membuat senyawa tersebut menjadi stabil (ROOH dan H_2O). Senyawa radikal fenolik yang terbentuk dari proses tersebut yaitu Flavonoid - O^* , senyawa ini akan menjadi kurang reaktif dan inaktif (Arora dkk., 1998). Reaksi penghambatan radikal bebas oleh flavonoid dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Reaksi Penghambatan Radikal Bebas oleh Flavonoid
(Arora dkk., 1998)

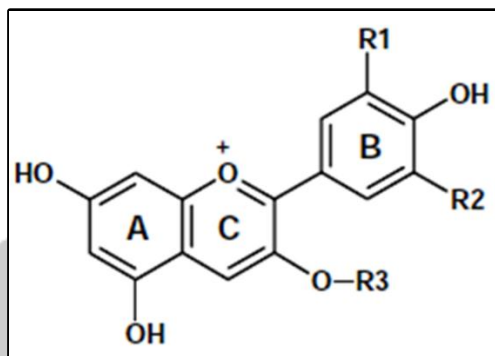
Struktur dari flavonoid yang penting untuk penangkapan radikal bebas adalah adanya 3-OH dari cincin C, 3',4'-dihidroksi, yaitu kelompok o-dihidroksi (struktur katekol) pada cincin B flavonoid, dan 3-OH dan 5-OH yang

berkombinasi dengan 4-Karbonil. Struktur ini mempunyai sifat penyumbangan elektron dan menjadi target dari radikal bebas. Bagian struktur dari flavonoid dengan aktivitas penangkapan radikal bebas yang tinggi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur Flavonoid dengan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas yang Tinggi (Amic dkk., 2003)

Salah satu senyawa hasil metabolisme sekunder berupa antosianin yang paling banyak ditemui sebagai pigmen warna pada tumbuhan (Grotewold, 2006). Antosianin merupakan salah satu jenis antioksidan yang terkenal dan sebagai radikal bebas scavenger (pembersih), dapat bertindak sebagai agen pereduksi dalam jalur reaksi transfer elektron. Senyawa antioksidan dapat menyumbangkan elektron ke radikal bebas dengan elektron yang tidak berpasangan. Antosianin sebagai pembersih radikal bebas dapat melalui dua jalur yang telah dihipotesiskan dalam dekade terakhir. Jalur pertama adalah serangan kelompok hidroksil cincin B dari struktur antosianin dan yang kedua adalah serangan ion oksonium pada cincin-C. Selain itu, jumlah gugus hidroksil pada cincin B dari struktur antosianin memengaruhi aktivitas pembersihan radikal bebas dari molekul antosianin yang dapat dilihat pada Gambar 8. Antosianin merupakan salah satu dari antioksidan yang terkuat karena kemampuannya dalam membersihkan radikal bebas melalui kedua jalur tersebut (Kongpichitchoke dkk., 2015).



Gambar 8. Struktur Kimia Antosianin
(Mateus, 2009)

Metode pengujian aktivitas antioksidan dengan larutan DPPH akan bereaksi dengan antioksidan, sehingga semakin banyak partikel antioksidan maka reagen ikatan rantai dalam DPPH akan terurai menyebabkan absorbansi pada spektrofotometer akan menurun dan aktivitas antioksidan tinggi (Molyneux, 2004). Metode DPPH akan menunjukkan aktivitas antioksidan penangkap radikal dan memiliki serapan kuat berwarna ungu gelap pada panjang gelombang 517 nm. Larutan DPPH yang telah bereaksi dengan senyawa antioksidan mengalami penurunan intensitas warna menjadi kuning. Perubahan warna kuning menunjukkan penurunan jumlah ikatan rangkap terkonjugasi pada DPPH (Sayuti dan Yenrina, 2015),.

Donor atom hidrogen oleh senyawa fenolik dipengaruhi oleh struktur orto, para, dan meta. Posisi orto dan para pada senyawa fenolik meningkatkan aktivitas antioksidan. Posisi orto dan para mempunyai energi untuk memutus ikatan (-O-H) yang kecil dibandingkan posisi meta, sehingga mudah untuk memberikan atom hidrogen ke radikal bebas (Yehye dkk., 2016).

Terdapat beberapa jenis antosianin yang telah diidentifikasi telah diperkirakan dapat dikonsumsi rata-rata 200 mg/ hari (Edwards, 2007). Hal ini

sesuai dengan hasil penelitian Vankar dan Srivastava (2010) dengan melihat besarnya kandungan antosianin pada bunga telang sebesar 227.42 mg. besar antosianin yang berlebih akan dikeluarkan melalui urin, tergantung juga pada antosianin dan kecepatan pada metabolisme tiap individu.

F. Hipotesis

1. Variasi ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) pada es krim memberikan perbedaan pengaruh terhadap kualitas (fisik, kimia, mikrobiologi, organoleptik) dan aktivitas antioksidan
2. Variasi penambahan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) sebanyak 20% memberikan perbedaan pengaruh terhadap kualitas (fisik, kimia, mikrobiologi, organoleptik) dan aktivitas antioksidan tertinggi serta mampu digunakan sebagai pewarna alami pada produk pangan pada es krim.